

◆特邀栏目◆

广西农村地表水饮用水水源地水质状况分析*

李方¹,李传章^{2**},邓敏军¹,黄良美¹,韦锋¹,潘汉城¹,梁华¹

(1.广西壮族自治区生态环境监测中心,广西南宁 530028;2.泰山学院教师教育研究院,山东泰安 271000)

摘要:为了解广西农村地表水饮用水水源地水质状况,根据2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质监测数据,分析广西农村地表水饮用水达标情况、时空变化和主要超标因子等。监测结果表明:2015-2021年,广西672个村庄地表水饮用水水源地水质达标率为78.42%。水质达标率年际波动较大,为68.35%-88.89%。每年各季度之间水质变化明显,一、四季度水质优于二、三季度,且各季度达标率明显高于同年总体达标率。超标村庄空间分布较广,超标因子相对集中,主要为粪大肠菌群、总磷等,表现出与农村农业面源污染较强的相关性。桂东地区水质达标率较高,在88%以上,而桂西、桂南较低。综上,广西农村地表水饮用水水源地水质有所改善,但不稳定,建议进一步加强农村饮用水水源地的监测和保护。

关键词:农村;饮用水水源地;水质;监测;评价;农业面源污染

中图分类号:X824 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2023)03-0569-06

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20230710.016

饮用水安全与人类健康息息相关。由于农村社会事业发展滞后,存在农业生产方式粗放、环境保护环节薄弱、环境监管能力严重不足等诸多问题,导致我国农村饮用水安全问题日益突出^[1,2]。许多研究表明,我国农村饮用水水源地水质状况不容乐观,污染问题突出,水质亟待改善^[3-5]。近年来,虽然一些学者对广西农村饮用水水质状况做了研究,但仅仅涉及某一项指标或者某一个市县^[6-9],对广西农村饮用水水质状况仍缺乏系统全面的了解。为此,本研究根

据多年的广西农村地表水饮用水水源地水质监测数据,系统评价广西农村地表水饮用水水源地水质状况,分析广西农村地表水饮用水水源地水质存在的主要问题,并有针对性地探讨保障广西农村饮用水安全的对策措施。

1 材料与方法

1.1 监测概况

2015-2021年,在广西14个设区市选取分布均

收稿日期:2022-07-05 修回日期:2023-03-15

* 基于智能技术的广西生态环境质量监测与评价体系研究及其示范应用项目(桂科AB21196063)和泰山学院引进人才项目(Y-01-2022002)资助。

【第一作者简介】

李方(1969-),男,工程师,主要从事生态环境质量监测研究,E-mail:178040124@qq.com。

【**通信作者】

李传章(1985-),男,高级工程师,博士,主要从事生态环境质量监测研究,E-mail:502381628@qq.com。

【引用本文】

李方,李传章,邓敏军,等.广西农村地表水饮用水水源地水质状况分析[J].广西科学,2023,30(3):569-574.

LI F, LI C Z, DENG M J, et al. Analysis of Water Quality of Rural Surface Drinking Water Sources in Guangxi [J]. Guangxi Sciences, 2023, 30(3): 569-574.

匀且代表性较强的村庄,开展农村地表水饮用水水源地水质监测与评价(图1)。农村地表水水源地监测断面(点位)以村庄作为布设单元,布设于该村庄主要的饮用水取水处,每个村庄至少布设1个监测断面(点位)。地表水水源地主要包括河流、湖库、山溪、坑塘、水窖等。

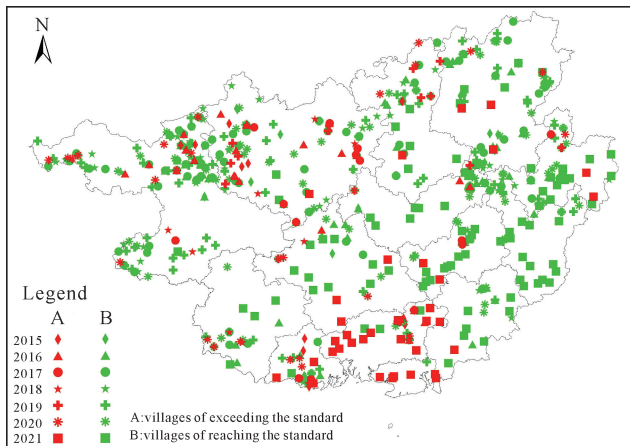


图1 2015-2021年监测村庄分布及水质状况图

Fig. 1 Monitoring village distribution and water quality map from 2015 to 2021

1.2 监测项目及评价方法

依据《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002),

对其中涉及的基本项目(22项,化学需氧量和总氮除外)和补充项目(5项)开展监测,按照Ⅲ类水质标准采用单因子评价法进行评价。

1.3 监测方法

每季度各监测1次,全年4次。以手工监测为主,自动监测为补充。

2 结果与分析

2.1 广西农村地表水饮用水水源地水质时间变化

2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质达标情况见表1。2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地的监测点位基本呈不断增加趋势,从2015年的42个增加到2021年的127个,2018年后基本稳定在100个以上。2015-2021年的监测结果显示:广西地表水饮用水水源地水质达标率由2015年、2016年的70%左右逐渐提高到2017-2019年的85%左右,而2019年以后水质达标率又有所下降,表明广西地表水饮用水水源地水质达标率不稳定,水质呈现不断波动变化的趋势。

表1 2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质达标情况

Table 1 Water quality compliance situation of rural surface drinking water sources in Guangxi from 2015 to 2021

年份 Year	监测点位数量 Number of monitoring points	一季度达标率/% Compliance rate in the first quarter/%	二季度达标率/% Compliance rate in the second quarter/%	三季度达标率/% Compliance rate in the third quarter/%	四季度达标率/% Compliance rate in the fourth quarter/%	总体达标率/% Overall compliance rate/%
2015	42	97.62	90.48	73.81	88.10	71.43
2016	79	93.67	79.75	86.08	84.81	68.35
2017	101	94.06	94.06	91.09	100.00	86.14
2018	92	98.91	93.48	91.30	94.57	83.70
2019	117	97.44	94.87	93.16	99.15	88.89
2020	114	93.75	82.88	76.32	91.23	74.56
2021	127	92.13	81.89	78.74	77.95	71.65

从年内变化来看(表1),2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质达标率最低的季度均出现在二季度或三季度(2021年除外),表明广西农村地表水饮用水水源地水质达标率年内变化较明显;一、四季度水质优于二、三季度,以第一季度最优(2017年和2019年除外)。各季度达标率与同年总体达标率相比明显升高,表明各监测点位年内达标情况变化

较大,点位超标具有偶发性。

由2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质类别分布情况(图2)可以看出,2015-2021年农村地表水饮用水水源地无Ⅰ类水质点位,Ⅱ类水质点位比例基本呈先增加后下降趋势,Ⅲ类水质点位比例基本呈增加趋势,而Ⅳ类水质点位比例呈明显下降趋势,Ⅴ类水质点位比例呈先下降后增加趋势,劣Ⅴ类

水质点位比例变化不大,可见广西农村地表水饮用水水源地水质有所改善,但不稳定。

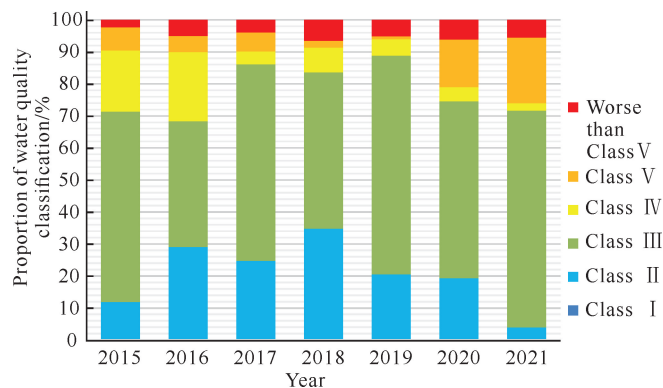


图 2 2015-2021 年广西农村地表水饮用水水源地水质类别分布

Fig. 2 Distribution of water quality classification of rural surface drinking water sources in Guangxi from 2015 to 2021

2.2 广西农村地表水饮用水水源地超标因子分析

从 2015-2021 年广西农村地表水饮用水监测项

目看,27 项监测项目中,有 15 项无超标现象,而 12 项存在超标现象,超标项目见表 2。表 2 数据显示,广西农村地表水饮用水水源地水质超标因子比较集中,主要超标项目为粪大肠菌群(Fecal coliforms)、总磷(P_{total})等。从年际变化来看,总磷、粪大肠菌群、铁(Fe)、锰(Mn)超标率波动较大,而 pH 值、锌(Zn)、硒(Se)仅一个年度存在超标现象。粪大肠菌群的超标率最高,为 14.88%,其次为铁、总磷和锰,超标率在 3%左右。粪大肠菌群的超标率在 2021 年最高,为 25.98%;铁、总磷、溶解氧(DO)的超标率均在 2015 年最高,分别为 11.90%、7.14%、2.38%;锰、石油类(Petroleum)、氨氮(NH₃-N)、五日生化需氧量(BOD₅)、硒的超标率均在 2016 年最高,分别为 7.59%、3.80%、3.80%、2.53%、1.27%;pH 值和高锰酸盐指数(COD_{Mn})的超标率在 2020 年最高,均为 1.75%,而其他年份较低或者无超标现象。

表 2 广西农村地表水饮用水水源地水质监测项目超标率

Table 2 Excessive rate of water quality monitoring factors in rural surface drinking water sources in Guangxi

Unit: %

项目 Factor	年份 Year							合计 Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
pH value	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	0.00	0.30
DO	2.38	0.00	0.00	0.00	0.85	1.75	1.57	0.89
COD _{Mn}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.75	1.57	0.60
BOD ₅	0.00	2.53	0.00	0.00	0.00	1.75	0.79	0.74
NH ₃ -N	0.00	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.36	0.89
P _{total}	7.14	3.80	0.00	1.09	0.85	5.26	5.51	3.13
Zn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00	0.45
Se	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15
Petroleum	0.00	3.80	0.99	0.00	2.56	0.00	0.00	1.04
Fecal coliforms	14.29	13.92	12.87	9.78	7.69	16.67	25.98	14.88
Fe	11.90	8.86	0.00	5.43	0.00	2.63	5.51	4.02
Mn	0.00	7.59	0.99	0.00	0.00	2.63	4.72	2.38

2.3 广西农村地表水饮用水水源地水质空间分布

2015-2021 年累计监测的 672 个地表水饮用水水源地断面中,有 527 个断面水质达到标准,达标率为 78.42%。由 2015-2021 年广西各地设区市农村地表水饮用水水源地水质状况(图 1 和表 3)可以看出,梧州市水质最优,无超标现象;玉林市和桂林市水质达标率较高,大于 90%;而北海市、钦州市、防城港

市、河池市水质达标率较低,小于 70%,特别是北海市,达标率仅为 14.29%。总体而言,桂东地区的农村地表水饮用水水源地水质较好,桂西、桂南地区较差。从超标项目来看,粪大肠菌群、总磷等超标的村庄分布具有普遍性,铁、锰等金属超标的村庄主要集中于桂西、桂中南等地。

表3 2015-2021年广西各设区市农村地表水饮用水水源地水质状况

Table 3 Water quality status of rural surface drinking water sources in Guangxi from 2015 to 2021

设区市 Prefecture-level city	累计监测点位数 Cumulative number of monitoring points	达标点位数 Number of compliance points	达标率/% Compliance rate /%	超标项目 Exceeding standard factors
Nanning	27	20	74.07	DO, COD _{Mn} , BOD ₅ , P _{total} , fecal coliforms, Fe
Liuzhou	43	34	79.07	Fecal coliforms, Fe
Guilin	82	77	93.90	Fecal coliforms
Wuzhou	35	35	100.00	None
Beihai	7	1	14.29	COD _{Mn} , BOD ₅ , P _{total} , fecal coliforms, Mn
Fangchenggang	33	20	60.61	pH value, P _{total} , fecal coliforms, Fe
Qinzhou	41	11	26.83	DO, NH ₃ -N, P _{total} , fecal coliforms, Fe, Mn
Guigang	33	29	87.88	DO, NH ₃ -N, P _{total} , fecal coliforms
Yulin	22	21	95.45	NH ₃ -N
Baise	145	123	84.83	DO, P _{total} , Zn, Se, fecal coliforms, Fe, Mn
Hezhou	44	39	88.64	COD _{Mn} , BOD ₅ , P _{total} , fecal coliforms
Hechi	108	74	68.52	DO, BOD ₅ , NH ₃ -N, P _{total} , petroleum, fecal coliforms, Fe, Mn
Laibin	28	24	85.71	Petroleum, fecal coliforms, Mn
Chongzuo	24	19	79.17	Fecal coliforms, Fe, Mn
Total	672	527	78.42	

3 讨论

根据监测结果可知, 2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质达标率为78.42%, 水质整体较好, 历年水质达标率基本稳定在70%以上, 这与广西各级政府重视水源地保护、不断加大对农村饮用水水源地的监管和整治是分不开的^[10,11]。从年际变化看, 广西农村地表水饮用水水源地水质状况不稳定, 存在较大波动, 可能是监测村庄的变化以及监测村庄数不同所致。从各季度水质达标情况来看, 达标率明显高于同年总体达标率, 表明许多村庄地表水饮用水水源地水质超标具有偶发性, 全年存在持续性超标现象的村庄较少, 这表现出广西农村地表水饮用水水源地水质更为乐观的一面, 同时通过加大监测区分偶发性和持续性超标村庄, 对于科学制定饮用水水源地保护和监管政策具有重要意义。然而, 由粪大肠菌群等污染指标引起的劣V类水质并没有下降趋势, 表明广西农村水污染压力还将持续增大, 水质超标问题还将长期影响农村的饮用水安全^[12]。

本次监测结果反映出广西农村地表水饮用水水源地污染的原因及种类比较复杂。首先农业面源污染依然严峻, 是影响饮用水水质的首要因素。农村地

区环境基础设施比较落后, 畜禽养殖粪便、生活垃圾和污水等随意排放以及农田农药肥料的大量施用现象十分普遍, 这些人类生产生活所产生的污染物最终通过直排、渗透或者随灌溉和雨水径流进入地表水, 导致农村地表水水质污染现象不断加剧^[13,14]。广西农村地表水饮用水水源地的主要超标因子为粪大肠菌群、总磷等, 反映出广西农村饮用水主要受农业面源污染的影响, 并且具有普遍性。粪大肠菌群、溶解氧、五日生化需氧量等项目的监测结果提示, 农村饮用水受到生活垃圾、污水和畜禽、水产养殖废水排放的显著影响^[15,16]。总磷、氨氮等项目的监测结果提示, 农村饮用水受到种植业流失的显著影响^[12]。其次, 特定行业污染在部分地区时有发生, 威胁饮用水安全。铁、锰等金属污染反映出工矿业污染在广西部分农村地区影响较大, 一些农村地区存在矿产开采区、尾矿库等, 容易造成水土流失及水质污染问题^[17]。超标村庄的分布与广西工矿业的分布是一致的, 主要集中在河池、南宁、崇左、柳州等中西部地区。广西水系发达, 内河航运较发达, 导致部分地区村庄石油类物质超标^[18]。再者, 自然因素也是影响广西农村地表水饮用水水源地水质的一个重要因素。广西地处华南, 为潮湿偏暖气候, 该气候有利于细菌滋

生,从而导致水中粪大肠菌群等生物指标含量较高。同时一些山区农村缺水,饮用水多通过收集雨水储存于地头水柜,这也有利于细菌滋生^[19]。自然因素和人为污染因素的叠加,使得粪大肠菌群成为影响广西饮用水达标比例的首要因素。部分非工业型村庄铁、锰等金属元素超标,具有明显的区域特征,这可能与当地原生地质环境以及气候因素有关^[6,7]。

为保障农村饮用水安全,需做好以下3个方面。一是强化对农村农业面源污染的精细化整治。本次监测结果显示广西农村地表水饮用水水源地水质主要受农业面源污染影响,应进一步加强农业面源污染与农村饮用水水质之间的关系研究,查找影响农村饮用水水质的主要原因。通过合理规划管理农村养殖业,做到达标排放,并减少规模以下养殖业污染排放;提高广大村民环境保护意识,结合农村连片整治工程,加快农村生活污水及生活垃圾处理设施建设,改变农村污水、垃圾排放方式,做到集中处理,推进农村生活污水处理设施和生活垃圾治理系统的稳定运行;通过调整饮用水水源地周边种植结构、防控种植业流失等措施,降低农业面源污染对饮用水水源地水质的影响,保障饮用水水质安全。二是加强对农村饮用水水源地的监管和保护。加快出台农村饮用水水源地保护区划方案,开展对农村饮用水水源地保护区的划分。将农村饮用水水源地保护区纳入当地的土地利用规划,确保水源地保护区周边土地利用与水源保护要求相适应。全面排查饮用水水源地保护区内的环境风险,并加强对保护区的综合整治,特别是加大对工业型村庄的监管和治理,防止污染。同时,进一步强化农村饮用水水源地的监测、分析和评估工作,将农村饮用水水质状况纳入当地政府绩效考核中,也为科学防控污染提供依据。三是加大农村安全饮用水工程建设。从监测结果来看,粪大肠菌群是影响广西农村饮用水安全的首要指标。因此结合实际,大力发展集中式饮用水供水,落实农村安全饮水工程质量,改善水处理工艺,尤其确保消毒的有效实施,或者配套使用净水仪器和消毒设备,将能在很大程度上改善农村地区饮水水质。

4 结论

2015-2021年广西农村地表水饮用水水源地水质达标率为78.42%,年际变化为68.35%-88.89%,水质状况不稳定,存在波动现象;历年水质均以Ⅲ类为主。广西农村地表水饮用水水源地水质

年内变化明显,一、四季度水质优于二、三季度;各季度水质达标率均高于73%,且均明显高于同年度总体达标率,表明村庄水质超标具有偶发性特征。广西农村地表水饮用水水源地主要超标因子为粪大肠菌群、总磷,且具有普遍性。造成水质超标的原因主要是畜禽养殖、生活污水、农田施肥等人类生产生活所引起的农业面源污染。从空间分布来看,广西东部地区地表水饮用水水源地水质较好,桂西、桂南地区较差,铁、锰等金属污染具有区域特征,主要在桂西、桂中南地区。

参考文献

- [1] 赵锋,李会玲.农村环境质量监测实践与建议[J].现代农业科技,2017,11:173-174.
- [2] 孔民,王圣涵,路玮,等.2017-2020年烟台市芝罘区农村饮用水水质监测[J].预防医学论坛,2021,27(11):880-882.
- [3] 陆广智,肖伟华,吴和岩,等.2015-2019年珠海市174份农村饮用水水质监测结果分析[J].现代预防医学,2020,47(14):2659-2662.
- [4] 章英,孔令岩,谢许情.2013-2018年南昌市农村饮水安全工程水质监测结果分析[J].现代预防医学,2020,47(4):731-734.
- [5] 周湘婷,黄丹丹,陈贝贝,等.2020年湖南省农村千吨万人饮用水水源地水质状况研究[J].环境科学与管理,2021,46(11):81-85.
- [6] 钟格梅,唐振柱,黎勇,等.广西农村饮用水水质铁指标监测结果分析[J].实用预防医学,2011,18(9):1614-1616.
- [7] 黄江平,钟格梅,黎勇,等.广西农村2014-2019年饮用水水质锰监测结果分析[J].上海预防医学,2020,32(10):857-860,866.
- [8] 凌桂岩,林楨,梁家习,等.2008-2016年广西巴马瑶族自治县农村生活饮用水监测结果[J].职业与健康,2017,33(19):2706-2709.
- [9] 饶贵平,邹贵森,何万新,等.广西省贺州市农村饮用水卫生安全状况分析[J].环境卫生学杂志,2013,3(4):339-341.
- [10] 成官文,李海翔,吴琼芳,等.广西农村连片整治的污水处理现状、问题及其对策[J].环境工程学报,2015,9(11):5427-5431.
- [11] 杨陈.广西:出台饮用水源保护条例为粤港澳饮水安全提供保障[J].中国食品,2017(3):49.
- [12] 周同,罗海江,孙聪,等.中国农村饮用水水源地水质状况研究[J].中国环境监测,2020,36(6):89-94.
- [13] 徐振杰,张洪轩,李程程.2014-2018年大连市农村饮

- 用水水质变化趋势[J]. 环境与职业医学, 2021, 38(10):1145-1149.
- [14] 井柳新,魏明海,孙宏亮. 水源农业面源污染风险防控区划定方法研究[J]. 中国农村水利水电, 2020(10): 110-116.
- [15] 戴向前,刘昌明,李丽娟. 我国农村饮水安全问题探讨与对策[J]. 地理学报, 2007, 62(9):907-916.
- [16] 熊昭昭,王书月,童雨,等. 江西省农业面源污染时空特征及污染风险分析[J]. 农业环境科学学报, 2018, 37(12):2821-2828.
- [17] 董颖,吴喜军,李怀恩,等. 2013-2019年陕北矿区饮用水源地水质特征及驱动因素[J]. 水土保持通报, 2021, 41(1):284-289.
- [18] 张乐. 地表水石油类污染溯源及油指纹多元统计分析的研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2019.
- [19] 江磊,朱德军,陈永灿,等. 我国地表水体粪大肠菌群污染现状分析[J]. 水利水电科技进展, 2015, 35(3): 11-18.

Analysis of Water Quality of Rural Surface Drinking Water Sources in Guangxi

LI Fang¹, LI Chuangzhang^{2**}, DENG Minjun¹, HUANG Liangmei¹, WEI Feng¹, PAN Hancheng¹, LIANG Hua¹

(1. Ecological and Environmental Monitoring Center of Guangxi Zhuang Autonomous Region Nanning, Guangxi, 530028, China; 2. Institute of Teacher Education, Taishan University, Tai'an, Shandong, 271000, China)

Abstract: In order to understand the water quality status of rural surface drinking water sources in Guangxi, according to the water quality monitoring data of rural surface drinking water sources in Guangxi from 2015 to 2021, the compliance status, temporal and spatial changes and main exceeding standard factors of rural surface drinking water in Guangxi were analyzed. The monitoring results showed that from 2015 to 2021, the water quality compliance rate of surface drinking water sources in 672 villages in Guangxi was 78.42%. The inter-annual fluctuation of water quality compliance rate was large, and the rate of compliance ranged from 68.35% to 88.89%. The changes between quarters were obvious every year, and the first and fourth quarters were better than the second and third quarters, and the compliance rate of each quarter was significantly higher than the overall compliance rate of the same year. The spatial distribution of over-standard villages was wide, and the exceeding standard factors were relatively concentrated, mainly including fecal coliforms, total phosphorus, which showed strong correlation with rural agricultural non-point source pollution. The water quality in the east of Guangxi was higher, with a compliance rate of more than 88%, while that in the western and southern Guangxi was lower. In summary, the water quality of rural surface drinking water sources in Guangxi has been improved, but it is unstable. It is suggested to further strengthen the monitoring and protection of rural drinking water sources.

Keywords: rural; drinking water sources; water quality; monitoring; evaluation; agricultural non-point source pollution

责任编辑: 梁 晓
